光照强度对北京鸭生产性能、胴体性能及肉品质的影响

辛海瑞　潘晓花　杨　亮　毕　晔　熊本海*

（中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，动物营养学国家重点实验室，北京 100193）

摘　要：本文旨在探究光照强度对北京鸭生产性能、胴体性能及肉品质的影响。选择 600 只 1 日龄健康的北京鸭，随机分配到 5 个组中，每组 4 个重复，每重复 30 只鸭（公母各占 1/2）。试验光照强度各组分别设置为 1、5、10、15 和 40 lx，白炽灯 24 h 全人工光照。试验期 6 周。结果表明：1）1~6 周，各组间平均耗料量和平均体增重无显著差异（P>0.05），5 lx 组的料重比显著低于 10、15、40 lx 组（P<0.05）。育雏期（1~2 周）和生长期（3~5 周）时各组生产性能无显著差异（P>0.05），而肥育期（6 周）时 1 lx 组的平均耗料量和平均体增重显著高于 5、10、15 lx 组（P<0.05）。2）光照强度对屠体率、全净膛率、腿肌率、腹脂率及眼球指标（重量、横径和前后径）均无显著差异（P>0.05），但 5 lx 组的胸肌率显著高于 40 lx 组(P<0.05)。3）光照强度对最终 pH（pHu）、滴水损失率、黄度(b^*)值的影响不显著（P>0.05），40 lx 组的最初 pH（pHi）显著高于 5、10、15 lx 组（P<0.05），但亮度（L^*）值显著低于 5、10、15 lx 组（P<0.05）。15、40 lx 组的红度（a^*）值显著低于 1 lx 组（P<0.05）。综上，5 lx 光照强度不仅节能有效，还能提高北京鸭的饲料转化率和胸肌率。此外，低光照度还有助于提高肉色的 L^*和 a^*值。

关键字：光照强度；生产性能；胴体性能；肉品质；北京鸭

中图分类号：S834　　　　文献标识码：　　　　　　　文章编号：

收稿日期：2015-11-19

基金项目：中国农业科学院鸭营养与饲料创新团队项目；动物营养与饲料基础数据的研究与集成应用(2013ywf-zd-3)

作者简介：辛海瑞(1990-)，男，山东德州人，硕士研究生，从事水禽营养学研究。E-mail: xinshengrui@163.com

*通信作者：熊本海，研究员，博士生导师，E-mail: bhxiong@iascaas.net.cn

随着畜禽养殖向规模化、集约化和标准化迈进，经营者饲养快速生长型的肉禽总是期望在最短的时间内获得最大的生产效益，但在实际生产中这会导致家禽的体质健康降低和抗病能力下降，并引发一定的负面效应，如骨骼畸形、代谢疾病、猝死等[1-3]。因此，养殖环境与营养的互作机理研究与应用显得异常重要。作为重要的环境因素，光照在畜禽生产管理上也起着关键作用。有研究表明，光照环境可以直接或间接的影响家禽的生产性能[4]、免疫性能[5]、生殖系统发育[6]等。研究并优化光照环境，提高光源利用效率，减少电能消耗，对节能减排也有重要意义[7]。光照强度作为光照环境的重要部分，对肉鸡生产性能和屠体性能方面也有影响。有研究发现，光照强度对肉鸡体重、耗料量等方面的影响差异不显著[8-9]，但屠体率和腿肌率与光照强度呈负相关，其中在 1 lx 光照强度下，鸡翅占活重的比率最大[8]。此外光照强度较低时，肉鸡活动量减少，有助于肉鸡在育肥期沉积脂肪，但光照过低，会增加肉鸡患腿病和眼病的概率[10]，光照过强时，鸡群活动量增加，易造成严重的啄癖、脱肛等[11]。但是，在已经报道的众多肉禽的光照研究中，大都是以肉鸡作为研究对象，而以肉鸭等其他品种为研究对象的报道较少。北京鸭作为我国典型的肉鸭品种，饲养数量逐年增加，规模化程度越来越高，但目前尚未有标准化的光照参数，因此研究光照强度对其生产性能、胴体性能乃至肉品质的影响机理，具有重要的理论价值及现实意义。本试验选择北京鸭作为试验对象，通过研究不同的光照强度对北京鸭生产性能、胴体性能及肉品质的影响，以期为北京鸭养殖生产提供可靠的光照参数。

1　材料与方法

1.1　试验动物与试验设计

挑选出同批次出雏的、健康、平均体重(54.86±3.32) g 的 1 日龄北京鸭 600 只，公母各 300 只进行试验。试验采用单因素随机区组设计，参照《肉鸭饲养标准》[12]，分别设定光照强度为 5 个组：1、5、10、15 和 40 lx。每个组下面设定 4 个重复，每个重复 30 只，公母各占 1/2。试验期 6 周。使用白炽灯作为光源，每个隔断间安装 5 盏灯，灯距离地面 2.5 m，距

养殖网 1.5 m，灯与灯之间距离 1.5 m。利用光控器控制光照时间，光照节律为 24 h 全人工光照。利用光照强度调控器调节光照强度。使用光照强度测定仪每 3 d 检测并校正各隔离间的光照强度 1 次。光照强度值为料槽位置的检测值，每次检测 5 个点，变异系数控制在 15% 以内[13]。

1.2　饲养管理

试验鸭舍位于北京市昌平区诚远盛隆养殖责任有限公司。鸭舍长 12.0 m，宽 8.5 m，为全密闭式，用深暗色遮光布将鸭舍平均分为 5 个面积一致隔断间，每个隔断间设定不同光照强度。采用网上平养的方式饲养，5 个隔断间保证通风良好，温度湿度一致（温度、湿度由暖气炉和风机自动控制的）。采用水线统一供水，人工喂料，试验鸭自由采食和饮水。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（饲喂基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (as-fed basis）　%

项目 Items	1~2 周 1 to 2 weeks	3~6 周 3 to 6 weeks
原料 Ingredients		
玉米 Corn	62.80	71.60
豆粕 Soybean meal	33.20	24.40
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.50	1.50
石粉 Limestone	1.00	1.20
食盐 NaCl	0.30	0.30
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels		
代谢能 ME/(kJ/kg)[2)]	12.03	12.29
粗蛋白质 CP	21.36	17.49
钙 Ca	0.83	0.87
有效磷 AP	0.61	0.60
赖氨酸 Lys	1.14	0.90
蛋氨酸 Met	0.42	0.39
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.77	0.69

[1)] 每千克预混料含 Per kg of premix contains：Fe ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 90 mg，Cu ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 8.12 mg，Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) 89.7 mg，Mn ($MnSO_4 \cdot H_2O$) 101.76 mg，Se (Na_2SeO_3) 0.3 mg，I 0.8 mg，VA 10 350 IU，VD_3 2 760 IU，VE 27.6 IU，VK_3 3.45 mg，V_{B12} 0. 03 mg，核黄素 riboflavin 4.60 mg，硫胺素 thiamine 2.76 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 12.65 mg，烟酰胺 niacinamide 29.90 mg，吡哆醇 pyridoxol 4.50 mg，生物素 biotin 0.18 mg，叶酸 folic acid 1.61 mg，氯化胆碱 choline chloride 1 000 mg。

[2)]计算值 Calculated values。

1.3　指标测定

1.3.1　生产性能指标

以每个重复为单位分别在第 2、5、6 周龄末，18:00 进行结料，次日 06:00 称量鸭重，统计耗料量和体增重，并计算 1~2 周、3~5 周、6 周及 1~6 周的平均耗料量、平均体增重和料重比。

1.3.2　胴体性能指标

6 周龄时，每个重复随机选取 6 只北京鸭(公母各占 1/2)进行称重并屠宰。屠宰依据《家禽生产性能名词术语和度量统计方法》[14]进行，计算屠宰率、全净膛率、胸肌率、腿肌率及腹脂率。屠宰过程中，摘取北京鸭左侧眼球，完全去除黏附组织后，及时进行称重并测量眼球的横径和前后径。

1.3.3　肉品质指标

屠宰后，取左侧胸肌，测定肉色、滴水损失率、pH 等指标。屠宰 1 h 后，通过便携式色彩色差仪测定肉色，记录亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度 (b^*)值。参照 Rasmussen 等[15]的方法测定滴水损失率，取胸肌(2 g 左右)，4 ℃下静置 24 h，称量静置前后胸肌重量，计算滴水损失率。在胸肌同一位置画十字，用便携式 pH 测定仪分别于屠宰 1、24 h 后测定最初 pH（pHi）和最终 pH（pHu）。

1.4　数据处理与分析

采用 Excel 和 SAS 9.2 统计软件对试验数据进行处理和方差分析。血液指标分析时需去掉每个变量的离群值和超过平均值 3 个标准差的值。所有数据利用 Pro Univeriate(SAS 9.2)进行正态分布检验，Shapiro-Wilk 试验 $W\geq0.98$ 变量，符合正态分布，非正态变量在分析前，要进行对数转变。然后对各组试验数据采用单因素方差分析(one-way ANOVA)，再用 Duncan 氏法多重比较，$P<0.05$ 为差异显著。试验数据均表示为平均值±标准差。

2　结果与分析

2.1　生产性能指标

《肉鸭饲养标准》中依据商品代北京鸭生长发育和生产性能特点，将其饲养期分为育雏期(1~2 周)、生长期(3~5 周)、肥育期(6 周)3 个阶段[12]。表 2 中反映的是光照强度对北京鸭不同生长阶段平均耗料量的影响。在育雏期，40 lx 组平均耗料量高于其他各组，但差异并不显著(P>0.05)，在生长期和肥育期 1 lx 组则高于其他各组，尤其是在肥育期，1 lx 组显著高于 5、10、15 lx 组(P<0.05)。综合 1~6 周整个生长阶段来看，光照强度对平均耗料量影响差异不显著(P>0.05)。

表 2　光照强度对北京鸭不同生长阶段平均耗料量的影响

Table 2　Effects of light intensity on average feed intake of Peking ducks at different growth stages

光照强度 Light intensity/lx	平均耗料量 Average feed intake/(g/只)			
	1~2 周 1 to 2 weeks	3~5 周 3 to 5 weeks	6 周 6 week	1~6 周 1 to 6 weeks
1	691.55±31.15	3 503.01±256.02	1 323.65±79.60^{a}	5 518.20±295.54
5	688.72±39.53	3 354.67±175.45	1 114.97±97.01^{c}	5 158.35±274.18
10	687.91±26.19	3 408.79±284.85	1 122.61±150.79^{c}	5 219.30±392.54
15	689.07±51.57	3 401.96±276.55	1 175.04±143.57^{bc}	5 266.08±399.65
40	714.18±47.46	3 482.41±291.37	1 284.44±175.94^{ab}	5 481.03±490.11
P 值 *P*-value	0.653 0	0.777 2	0.008 7	0.237 8

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

表 3 中反映的是光照强度对北京鸭不同生长阶段平均体增重的影响。在北京鸭育雏期和

生长期，各组之间平均体增重差异不显著(P>0.05)，但在肥育期，1 lx 组平均体增重显著高于 5、10、15 lx 组，40 lx 组也显著高于 10 lx 组(P<0.05)。1~6 周整个生长阶段各组间平均体增重差异并不显著(P>0.05)。但 1 lx 组在各个生长阶段平均体增重均高于其他组，因此弱光照强度有促进平均体增重的趋势。

表 3　光照强度对北京鸭不同生长阶段平均体增重的影响

Table 3　Effects of light intensity on average body weight gain of Peking ducks at different growth stages

光照强度 Light intensity/lx	平均体增重 Average body weight gain/(g/只)			
	1~2 周 1 to 2 weeks	3~5 周 3 to 5 weeks	6 周 6 week	1~6 周 1 to 6 weeks
1	464.67±15.61	1 587.83±116.44	510.54±44.70[a]	2 563.04±111.80
5	444.69±22.53	1 552.23±72.08	448.01±47.34[bc]	2 444.93±122.40
10	456.78±11.21	1 542.13±141.36	401.20±40.31[c]	2 400.11±172.78
15	447.94±23.44	1 549.29±144.51	436.91±59.12[bc]	2 434.14±183.52
40	453.03±36.65	1 565.26±125.42	464.17±75.30[ab]	2 482.46±212.40
P 值 *P*-value	0.484 8	0.951 4	0.006 5	0.35 5

表 4 中反映的是光照强度对北京鸭不同生长阶段料重比的影响。光照强度对北京鸭 1~6 周整个生长阶段料重比却存在显著影响(P<0.05)，其中 10、15、40 lx 组显著高于 5 lx 组(P<0.05)。但在北京鸭各生长阶段(育雏期、生长期和肥育期)，各组间的料重比并无显著差异(P>0.05)。由此可知，就整个生长阶段而言，5 lx 光照强度更有利于提高饲料转化率。

表 4　光照强度对北京鸭不同生长阶段料重比的影响

Table 4　Effects of light intensity on feed/gain of Peking ducks at different growth stages

光照强度 Light intensity/lx	料重比 Feed/gain			
	1~2 周 1 to 2 weeks	3~5 周 3 to 5 weeks	6 周 6 week	1~6 周 1 to 6 weeks
1	1.49±0.04	2.21±0.05	2.60±0.18	2.15±0.05[ab]
5	1.55±0.10	2.16±0.04	2.50±0.16	2.11±0.04[b]
10	1.51±0.04	2.21±0.03	2.80±0.23	2.17±0.04[a]
15	1.54±0.07	2.20±0.08	2.71±0.31	2.16±0.07[a]
40	1.58±0.07	2.22±0.05	2.79±0.24	2.21±0.05[a]
P 值 P-value	0.079 8	0.192 0	0.059 7	0.015 1

2.2　胴体性能指标

表 5 中反映的是光照强度对北京鸭胴体性能的影响。在表 5 中可以发现，光照强度对屠体率、全净膛率、腿肌率和腹脂率差异均不显著(P>0.05)，但 5 lx 组的胸肌率显著高于 40 lx 组(P<0.05)。此外 5 lx 组的屠体率、全净膛率、腿肌率均高于其他组，并且腹脂率也低于其他组。

表 5　光照强度对北京鸭胴体性能的影响

Table 5　Effects of light intensity on carcass performance of Peking ducks　%

光照强度 Light intensity/lx	屠宰率 Dressing percentage	全净膛率 Eviscerated percentage	胸肌率 Breast meat percentage	腿肌率 Thigh meat percentage	腹脂率 Abdominal fat percentage
1	80.57±2.71	69.67±2.08	12.67±1.75[ab]	13.02±1.33	1.22±0.28
5	81.60±2.55	70.04±2.17	13.27±1.49[a]	13.17±1.01	1.20±0.26
10	81.24±1.89	69.54±2.02	12.48±1.78[ab]	12.81±0.98	1.40±0.26
15	81.60±3.10	69.03±2.64	12.21±1.84[ab]	12.32±1.17	1.24±0.23
40	80.16±3.41	68.41±2.98	11.70±1.95[b]	12.83±1.16	1.30±0.34
P 值 *P*-value	0.274 8	0.178 5	0.045 4	0.119 9	0.108 8

表 6 中反映的是光照强度对北京鸭眼球发育的影响，未发现光照强度对北京鸭眼球发育的影响存在显著差异(P>0.05)。

表 6　光照强度对北京鸭眼球发育的影响

Table 6　Effects of light intensity on eye development of Peking ducks

光照强度 Light intensity/lx	重量 Weight/g	横径 Side-to-side diameter/mm	前后径 Back-to-front diameter/mm
1	1.78±0.17	17.23±0.74	12.04±0.81
5	1.80±0.14	17.04±0.58	12.17±0.84
10	1.80±0.18	17.48±0.61	11.97±0.65
15	1.77±0.16	17.53±0.72	11.69±0.55

40	1.77±0.15	17.20±0.48	11.75±0.66
P 值 *P*-value	0.958 1	0.096 3	0.180 3

2.3　肉品质指标

表 7 中反映的是光照强度对北京鸭肉品质的影响。由表 7 可知，光照强度对 pHu、滴水损失率、b^*值的影响不显著($P>0.05$)。但 40 lx 组的 pHi 显著高于 5、10、15 lx 组($P<0.05$)。在肉色值的比较中，40 lx 组中亮 L^*值显著低于 5、10、15 lx 组($P<0.05$)。15 lx 组的 a^*值最低，显著低于 1、5、10 lx 组($P<0.05$)，1 lx 组的 a^*值最高，40 lx 组的 a^*值也显著低于 1 lx 组($P<0.05$)。

表 7　光照强度对北京鸭肉品质的影响

Table 7　Effects of light intensity on meat quality of Peking ducks

光照强度 Light intensity/lx	最初 pH pHi	最终 pH pHu	滴水损失率 DL/%	亮度 L^*	红度 a^*	黄度 b^*
1	6.34±0.22^{ab}	6.11±0.20	2.29±0.87	45.27±3.36^{ab}	14.17±1.98^{a}	8.05±1.58
5	6.31±0.17^{b}	6.11±0.12	1.99±0.89	45.75±3.73^{a}	13.83±1.57^{ab}	8.47±1.88
10	6.22±0.12^{b}	6.06±0.09	2.05±0.96	45.92±3.03^{a}	13.66±1.35^{ab}	7.55±1.73
15	6.26±0.14^{b}	6.11±0.14	2.36±0.96	46.71±3.47^{a}	12.76±1.33^{c}	7.33±1.99
40	6.44±0.31^{a}	6.20±0.23	2.13±1.09	44.15±2.95^{b}	13.32±1.32^{bc}	7.68±1.76
P 值 *P*-value	0.003 7	0.083 0	0.680 9	0.010 9	0.001 1	0.053 4

3 讨 论

3.1 生产性能指标

关于光照强度对快速生长型家禽生产性能影响的研究已有大量报道，但研究对象主要集中于肉鸡，鲜有其他品种的研究。单从光照强度对肉鸡的研究结果来看，研究结果也并不一致。Ahmad 等[9]研究报道，5~40 lx 光照强度对鸡群体重和饲料消耗方面并无显著差异，但 5 lx 组在饲料转化率方面显著高于其他组。Deep 等[8]也发现光照强度在 1~40 lx 时，对肉鸡体增重、耗料量、料重比和死亡率等方面影响不显著。Blatchfordra 等[16]也发现光照强度对白羽肉鸡采食量影响不显著。在强光组(100、150 lx)与弱光组(1、5 lx)的比较中，Charles 等[17]发现弱光组体增重显著高于强光组，原因是过强的光照强度促进了肉鸡的活动量，能耗较多致使体增重没有优势。本试验以白炽灯为光源探索光照强度对北京鸭的生产性能的影响，发现 1~40 lx 光照强度对北京鸭整个生长阶段的平均耗料量、平均体增重均未有显著影响，但料重比方面，5 lx 组显著低于 10、15、40 lx 组，反映了 5 lx 有利于提高北京鸭的饲料转化率，这与 Ahmad 等[9]的研究结果一致。另有研究表明，5 lx 的光照强度在优质肉鸡生长期和肥育期更有利于其觅食和活动[18]。此外，本试验还发现北京鸭 1 lx 组在肥育期的平均耗料量和平均体增重显著高于 5、10、15 lx 组，有可能是光照强度对北京鸭的影响存在一定的累积效应，1~5 周影响不显著，而到 6 周时才表现出来，由于北京鸭生长周期较短，所以就整个生长阶段而言，光照强度并未对北京鸭生产性能造成显著性的差异。

3.2 胴体性能指标

胴体性能指标中屠体率、全净膛率、胸肌率、腿肌率是衡量产肉性能的主要指标，腹脂是沉积脂肪的主要部位，约占体脂总量的22%。在众多研究中发现，光照强度对白羽肉鸡、北京油鸡的胴体性能影响并不显著[8, 19-20]。在本试验中，1~40 lx光照强度对北京鸭屠体率、全净膛率、腿肌率和腹脂率没有显著影响。值得一提的是5 lx组的屠体率、全净膛率、腿肌

率均高于其他组，腹脂率也低于其他组。此外，5 lx组的胸肌率显著高于40 lx组。本试验说明5 lx光照强度在北京鸭胴体方面更有优势。

持续的低暗光照会导致眼睛形态学结构发生变化，引发视网膜病变、眼球内陷、近视、失明等问题[21]。原因可能是长时间的光照扰乱了眼球的生长节律，角膜变平，眼轴延长[22]。Blatchford等[16]发现5 lx组的眼球重量显著大于50、200 lx组，但眼球的横径和前后径没有显著差异。在火鸡上，Siopes等[23]发现低光照组(1、11 lx)的眼球发育异常，眼球的重量、横径和前后径都高于高光照组(110、220 lx)。本试验发现，各组间眼球重量、眼球横径和前后径并无显著差异，说明了北京鸭与肉鸡在光照强度敏感性上不同，不会引起眼球形态学上的变化。

3.3　肉品质指标

pH是反映家禽屠宰后肌糖原酵解速度的重要指标，也是判断肉质是否正常的标准[24]。屠宰后由于肌肉中糖原在无氧条件发生的糖酵解产生乳酸，从而会导致pH会降低。在本研究中，40 lx组屠宰1 h后的pHi显著高于5、10、15 lx组，24 h后的pHu也比其他组高，但差异不显著。究其原因可能是40 lx组的北京鸭活动量大，与其他组相比体内储存的糖原多用于运动消耗，储存量较少导致的。这与华登科[13]的研究结果一致。滴水损失率常作为肌肉系水力的指标，滴水损失率越小，系水力越大。在本试验中，各组间24 h内的滴水损率失并无显著差异，因此1~40 lx光照强度对北京鸭肌肉系水力影响不显著。

肉色的测定分为L^*、a^*和b^*值。肉色L^*值受到肉样颜色饱和度、测定的光线环境等状况的影响，而肉色a^*值则受肌红蛋白的状态影响，用于反映肌肉的新鲜度，肉色b^*值则受到肌红蛋白与寄生菌的代谢物反应而产生硫化肌红蛋白的量影响[25]。在本试验中，40 lx光照组L^*值显著低于5、10、15 lx组，1 lx光照组的a^*值显著高于15、40 lx组。这说明40 lx组均降低了肉品中的L^*和a^*值，低光照(1、5、10 lx)有利于维持肉色鲜红和鲜亮。这与华登科[13]研究的光照强度对北京油鸡肉色影响不显著的结果并不一致，可能是研究对象的品种差异造成

的，北京鸭与黄羽肉鸡相比生长周期短，肌肉脂肪生长沉积更快。

4　结　论

光照强度对北京鸭生产性能和胴体性能影响并不十分显著，但5 lx光照强度可以提高饲料转化率，有提高北京鸭胴体性能的优势。低光照度还可以提高肉色的L^*和a^*值。此外，低光照强度可以有效节能，减少电力消耗。

参考文献:

[1]　陈继兰,朱静,唐诗.肉鸡光照制度的研究与应用[J].中国家禽,2011,33(20):1–4.

[2]　SCHWEAN-LARDNER K,FANCHER B I,CLASSEN H L.Impact of daylength on the productivity of two commercial broiler strains[J].British Poultry Science,2012,53(1):7–18.

[3]　唐诗.不同光照节律和营养水平对黄羽肉鸡生长性能、性征发育和福利的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2013.

[4]　LI W B,GUO Y L,CHEN J L,et al.Influence of lighting schedule and nutrient density in broiler chickens:effect on growth performance,carcass traits and meat quality[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2010,23(11):1510–1518.

[5]　谢电,陈耀星,王子旭,等.蓝光对肉鸡免疫应激的缓解作用[J].中国兽医学报,2008,28(3):325–327,332.

[6]　李云雷,孙研研,华登科,等.不同光色对黄羽肉鸡生产性能、胴体性能及性征发育的影响[J].畜牧兽医学报,2015,46(7):1169–1175.

[7]　辛海瑞,熊本海,潘晓花,等.光照对快速生长型肉禽影响的研究进展[J].家畜生态学报,2015,36(10):1–6.

[8]　DEEP A,SCHWEAN-LARDNER K,CROWE T G,et al.Effect of light intensity on broiler production,processing characteristics,and welfare[J].Poultry Science,2010,89(11):2326–2333.

[9]　AHMAD F,HAQ A U,ASHRAF M,et al.Effect of different light intensities on the production

performance of broiler chickens[J].Pakistan Veterinary Journal,2011,31(3):203–206.

[10] LIEN R J,HESS J B,MCKEE S R,et al.Effect of light intensity and photoperiod on live performance,heterophil-to-lymphocyte ratio,and processing yields of broilers[J].Poultry Science,2007,86(7):1287–1293.

[11] KRISTENSEN H H,AERTS J M,LEROY T,et al.Modelling the dynamic activity of broiler chickens in response to step-wise changes in light intensity[J].Applied Animal Behaviour Science,2006,101(1/2):125–143.

[12] 中华人民共和国农业部.NY/T 2122–2012 肉鸭饲养标准[S].北京:中国农业出版社,2012.

[13] 华登科.不同光照强度和日粮营养水平对北京油鸡生产性能、肉品质及福利的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2014.

[14] 中华人民共和国农业部. NY/T 823–2004 家禽生产性能名词术语和度量统计方法[S].北京:中国农业出版社,2004.

[15] RASMUSSEN A J,ANDERSSON M.New method for determination of drip loss in pork muscles[C]//Meat for the Consumer,Proceedings of the 42nd International Congress on Meat Science and Technology. Lillehammer,Norway:Matforsk,1996:286–287.

[16] BLATCHFORD R A,KLASING K C,SHIVAPRASAD H L,et al.The effect of light intensity on the behavior,eye and leg health,and immune function of broiler chickens[J].Poultry Science,2009,88(1):20–28.

[17] CHARLES R G,ROBINSON F E,HARDIN R T,et al.Growth,body composition,and plasma androgen concentration of male broiler chickens subjected to different regimens of photoperiod and light intensity[J].Poultry Science,1992,71(10):1595–1605.

[18] 贺海军,李冬立,华登科,等.光照强度对优质肉鸡生产和屠宰性能的影响[C]//中国畜牧兽医学会家禽学分会第九次代表会议暨第十六次全国家禽学术讨论会论文集.扬州:中国畜牧兽

医学会,2013.

[19] DOWNS K M,LIEN R J,HESS J B,et al.The effects of photoperiod length,light intensity,and feed energy on growth responses and meat yield of broilers[J].The Journal of Applied Poultry Research,2006,15(3):406–416.

[20] 华登科,李冬立,孙研研,等.光照强度对北京油鸡激素分泌、生产性能及胴体性能的影响[J].畜牧兽医学报,2014,45(5):775–780.

[21] BUYSE J,SIMONS P C M,BOSHOUWERS F M G,et al.Effect of intermittent lighting,light intensity and source on the performance and welfare of broilers[J].World's Poultry Science Journal,1996,52(2):121–130.

[22] 吴晓敏.光照时间和强度对小鼠眼球发育和屈光状态的影响[D].硕士学位论文.温州:温州医学院,2008.

[23] SIOPES T D,TIMMONS M B,BAUGHMAN G R,et al.The effect of light intensity on the growth performance of male turkeys[J].Poultry Science,1983,62(12):2336–2342.

[24] 田莹,刘显军,边连全,等.肌肽与维生素 E 对育肥猪肉品质和抗氧化性能的影响[J].动物营养学报,2014,26(12):3723–3730.

[25] 洪平,蒋宗勇,蒋守群,等.饲粮维生素 A 添加水平对 43~63 日龄黄羽肉鸡生长性能和抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2013,25(2):415–426.

Effects of Light Intensity on Performance, Carcass Performance and Meat Quality of Peking Ducks

XIN Hairui PAN Xiaohua YANG Liang BI Ye XIONG Benhai*

(State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100193, *China)*

Abstract: This trial was conducted to investigate the effects of light intensity on performance, carcass performance and meat quality of Peking ducks. Six hundred 1-day-old Peking ducks were randomly distributed into 5 groups, each group included 4 replicates with 30 ducks per replicate (half male and half female). All ducks were exposed to 5 different light intensity groups (1, 15, 10, 15 and 40 lx) by incandescent lamp 24 h lighting. The experiment lasted for 6weeks. The results showed as follows: 1）for the whole growth stage (1 to 6 weeks), light intensity had no significant effect on average feed intake and average body weight gain (*P*>0.05), but feed/gain of 5 lx group was significantly lower than that of 10, 15 and 40 lx groups (*P*>0.05). There were no significant effects on performance among all groups during the brooding (1 to 2 weeks) and growth period (3 to 5 weeks). During fattening period (6 weeks), the average feed intake and average body weight gain of 1 lx group were significantly higher than that of 5, 10 and 15 lx groups (*P*<0.05). 2). Light intensity had no significant effect on dressing percentage, eviscerated percentage, thigh meat percentage, abdominal fat percentage and the eye indices (eye weight, side-to-side and back-to-front diameters) most carcass traits (*P*>0.05). The breast muscle percentage of 5 lx group was significantly higher than that of 40 lx group (*P*<0.05). 3) There were no differences in ultimate pH, drip loss rate and yellowness (b^*) value among different light intensity groups (*P*>0.05). The initial pH of 40 lx group was significantly higher than that of 5, 10, 15 lx groups (*P*<0.05), while the lightness (L^*) value was significantly lower than that of 5, 10, 15 lx groups (*P*<0.05). The redness (a^*) value of 15 and 40 lx groups was significantly lower than that of 1 lx group (*P*<0.05). Considering the previous results, the 5 lx light intensity cannot only save electric energy, but also improve feed conversion rate and breast muscle percentage. And low intensity light benefit to improve L^* and a^* values of meat color.

Key words: light intensity; performance; carcass performance; meat quality; Peking ducks

*Correspongding author, professor, E-mail: bhxiong@iascaas.net.cn
（责任编辑　武海龙）